

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-145319

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G01B 11/24

G06T 7/00

(21)Application number : 07-299921

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.1995

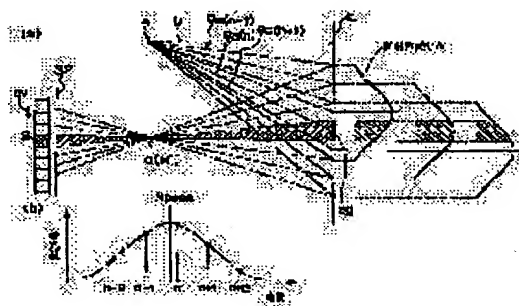
(72)Inventor : NORITA TOSHIO
FUJII HIDEO

(54) METHOD AND EQUIPMENT FOR THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To ensure highly accurate high resolution three-dimensional measurement even when the reflectance of object is uneven and to realize high degree of freedom in the setting of measuring distance.

SOLUTION: The three-dimensional measuring equipment comprises means for scanning an object Q optically by projecting a detection light U, and an image pickup means for receiving the detection light U reflected on the object Q. While varying the irradiating direction θ of detection light U toward the object Q, quantity of detection light U incident to a specified light receiving region (g) on an image pickup plane S2 is sampled periodically. Based on three or more sampling values, including a maximum sampling value and immediately preceding and following sampling values, an irradiation timing N_{peak} for maximizing the quantity of light is determined by interpolation. Subsequently, a part (ag) corresponding to the light receiving region (g) on the object Q is located based on the irradiating direction at that irradiation timing and the relationship between the light receiving region (g) and the incident direction of detection light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

公開特許公報 (A)

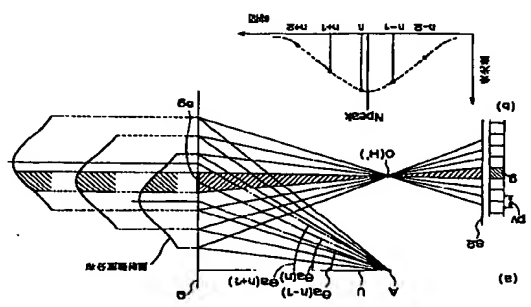
(19) 日本国特許庁 (JP) (12) 特許出願公開番号
特開平 9-145319
(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 6 月 6 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/00	G 0 1 B	11/00	H	
11/24		11/24	K	
G 0 6 T 7/00	G 0 6 F	15/62	4 1 5	
審査請求 未請求 請求項の数 2				O I (全 16 頁)
(21) 出願番号	特願平 7-299921	(71) 出願人	000006079 ミノルタ株式会社	
(22) 出願日	平成 7 年 (1995) 11 月 17 日	大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 13 号 大阪国際ビル		
		(72) 発明者	藤田 寿夫 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 13 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内	
		(73) 発明者	藤井 英雄 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 13 号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内	
		(74) 代理人	井理士 久保 幸雄	

(54) 【発明の名称】 3 次元計測方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 物体の反反射率が不均一である場合にも高分解能で高精度の計測が可能であり、計測距離の設定の自由度が大きい 3 次元計測を実現する。
【解決手段】 後述光 U を照射して物体 Q を光学的に走査するための投光手段と、物体 Q で反射した後述光 U を受光する撮像手段とを用いる 3 次元計測に際して、物体 Q に照射する後述光 U の照射方向 θ a を変化させながら、撮像面 S 2 内の特定の受光領域 g に入射する後述光 U の光量を周期的にサンプリングし、光量のサンプリング値の最大値と、当該最大値を得たサンプリングの 1 つ前及び 1 つ後のサンプリングにおけるサンプリング値とを含む 3 つ以上のサンプリング値に基づいて、補間演算によって前記光量が最大となる照射タイミン g の位置を求め、物体 Q 上の受光領域 g に対応した部位 a g の位置を、照射タイミン g における照射方向及び受光領域 g に対する後述光 U の入射方向との関係に基づいて求める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 後述光を照射して物体を光学的に走査するための投光手段と、前記物体で反射した前記後述光を受光する撮像手段とを用いる 3 次元計測方法であって、前記物体に対する前記後述光の照射方向を変化させながら、前記撮像手段の撮像面内の特定の受光領域に入射する前記後述光の光量を周期的にサンプリングし、前記光量のサンプリング値の最大値と、当該最大値を得たサンプリングの 1 つ前及び 1 つ後のサンプリングにおけるサンプリング値とを含む 3 つ以上のサンプリング値に基づいて、補間演算によって前記光量が最大となる照射タイミン g を求め、前記物体上の前記受光領域 g に対応した部位の位置を、前記照射タイミン g における照射方向及び前記受光領域 g に対する前記後述光の入射方向との関係に基づいて求めることを特徴とする 3 次元計測方法。

【請求項 2】 後述光を照射して物体を光学的に走査するための投光手段と、撮像の受光領域からなる撮像面を有し、前記物体で反射した前記後述光を受光する撮像手段と、前記物体に対する前記後述光の照射方向を変化させる走査手段と、前記受光領域に入射する前記後述光の光量を周期的に出力するように前記撮像手段を駆動する撮像制御手段と、前記各受光領域毎に、前記撮像手段が周期的に出力する前記光量の最大値と、当該最大値の出力タイミン g の前記回及び次回に出力された前記光量とを含む 3 つ以上の光量を、前記最大値の出力タイミン g に対応づけて記憶する記憶手段と、前記撮像手段が記憶する前記 3 つ以上の光量に基づいて、前記各受光領域の前記光量が最大となる照射タイミン g を求める第 1 演算手段と、前記物体上の前記各受光領域に対応した部位の位置を、前記照射タイミン g における照射方向及び当該各受光領域に対する前記後述光の入射方向との関係に基づいて求める第 2 演算手段と、を有したことを特徴とする 3 次元計測装置。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、物体にスリット光又はスポット光を照射して物体形状を非接触で計測する 3 次元計測方法、及び 3 次元計測装置に関する。

【0002】
【0003】
【0004】
【0005】
【0006】
【0007】
【0008】
【0009】
【0010】
【0011】
【0012】
【0013】
【0014】
【0015】
【0016】
【0017】
【0018】
【0019】
【0020】
【0021】
【0022】
【0023】
【0024】
【0025】
【0026】
【0027】
【0028】
【0029】
【0030】
【0031】
【0032】
【0033】
【0034】
【0035】
【0036】
【0037】
【0038】
【0039】
【0040】
【0041】
【0042】
【0043】
【0044】
【0045】
【0046】
【0047】
【0048】
【0049】
【0050】
【0051】
【0052】
【0053】
【0054】
【0055】
【0056】
【0057】
【0058】
【0059】
【0060】
【0061】
【0062】
【0063】
【0064】
【0065】
【0066】
【0067】
【0068】
【0069】
【0070】
【0071】
【0072】
【0073】
【0074】
【0075】
【0076】
【0077】
【0078】
【0079】
【0080】
【0081】
【0082】
【0083】
【0084】
【0085】
【0086】
【0087】
【0088】
【0089】
【0090】
【0091】
【0092】
【0093】
【0094】
【0095】
【0096】
【0097】
【0098】
【0099】
【0100】
【0101】
【0102】
【0103】
【0104】
【0105】
【0106】
【0107】
【0108】
【0109】
【0110】
【0111】
【0112】
【0113】
【0114】
【0115】
【0116】
【0117】
【0118】
【0119】
【0120】
【0121】
【0122】
【0123】
【0124】
【0125】
【0126】
【0127】
【0128】
【0129】
【0130】
【0131】
【0132】
【0133】
【0134】
【0135】
【0136】
【0137】
【0138】
【0139】
【0140】
【0141】
【0142】
【0143】
【0144】
【0145】
【0146】
【0147】
【0148】
【0149】
【0150】
【0151】
【0152】
【0153】
【0154】
【0155】
【0156】
【0157】
【0158】
【0159】
【0160】
【0161】
【0162】
【0163】
【0164】
【0165】
【0166】
【0167】
【0168】
【0169】
【0170】
【0171】
【0172】
【0173】
【0174】
【0175】
【0176】
【0177】
【0178】
【0179】
【0180】
【0181】
【0182】
【0183】
【0184】
【0185】
【0186】
【0187】
【0188】
【0189】
【0190】
【0191】
【0192】
【0193】
【0194】
【0195】
【0196】
【0197】
【0198】
【0199】
【0200】
【0201】
【0202】
【0203】
【0204】
【0205】
【0206】
【0207】
【0208】
【0209】
【0210】
【0211】
【0212】
【0213】
【0214】
【0215】
【0216】
【0217】
【0218】
【0219】
【0220】
【0221】
【0222】
【0223】
【0224】
【0225】
【0226】
【0227】
【0228】
【0229】
【0230】
【0231】
【0232】
【0233】
【0234】
【0235】
【0236】
【0237】
【0238】
【0239】
【0240】
【0241】
【0242】
【0243】
【0244】
【0245】
【0246】
【0247】
【0248】
【0249】
【0250】
【0251】
【0252】
【0253】
【0254】
【0255】
【0256】
【0257】
【0258】
【0259】
【0260】
【0261】
【0262】
【0263】
【0264】
【0265】
【0266】
【0267】
【0268】
【0269】
【0270】
【0271】
【0272】
【0273】
【0274】
【0275】
【0276】
【0277】
【0278】
【0279】
【0280】
【0281】
【0282】
【0283】
【0284】
【0285】
【0286】
【0287】
【0288】
【0289】
【0290】
【0291】
【0292】
【0293】
【0294】
【0295】
【0296】
【0297】
【0298】
【0299】
【0300】
【0301】
【0302】
【0303】
【0304】
【0305】
【0306】
【0307】
【0308】
【0309】
【0310】
【0311】
【0312】
【0313】
【0314】
【0315】
【0316】
【0317】
【0318】
【0319】
【0320】
【0321】
【0322】
【0323】
【0324】
【0325】
【0326】
【0327】
【0328】
【0329】
【0330】
【0331】
【0332】
【0333】
【0334】
【0335】
【0336】
【0337】
【0338】
【0339】
【0340】
【0341】
【0342】
【0343】
【0344】
【0345】
【0346】
【0347】
【0348】
【0349】
【0350】
【0351】
【0352】
【0353】
【0354】
【0355】
【0356】
【0357】
【0358】
【0359】
【0360】
【0361】
【0362】
【0363】
【0364】
【0365】
【0366】
【0367】
【0368】
【0369】
【0370】
【0371】
【0372】
【0373】
【0374】
【0375】
【0376】
【0377】
【0378】
【0379】
【0380】
【0381】
【0382】
【0383】
【0384】
【0385】
【0386】
【0387】
【0388】
【0389】
【0390】
【0391】
【0392】
【0393】
【0394】
【0395】
【0396】
【0397】
【0398】
【0399】
【0400】
【0401】
【0402】
【0403】
【0404】
【0405】
【0406】
【0407】
【0408】
【0409】
【0410】
【0411】
【0412】
【0413】
【0414】
【0415】
【0416】
【0417】
【0418】
【0419】
【0420】
【0421】
【0422】
【0423】
【0424】
【0425】
【0426】
【0427】
【0428】
【0429】
【0430】
【0431】
【0432】
【0433】
【0434】
【0435】
【0436】
【0437】
【0438】
【0439】
【0440】
【0441】
【0442】
【0443】
【0444】
【0445】
【0446】
【0447】
【0448】
【0449】
【0450】
【0451】
【0452】
【0453】
【0454】
【0455】
【0456】
【0457】
【0458】
【0459】
【0460】
【0461】
【0462】
【0463】
【0464】
【0465】
【0466】
【0467】
【0468】
【0469】
【0470】
【0471】
【0472】
【0473】
【0474】
【0475】
【0476】
【0477】
【0478】
【0479】
【0480】
【0481】
【0482】
【0483】
【0484】
【0485】
【0486】
【0487】
【0488】
【0489】
【0490】
【0491】
【0492】
【0493】
【0494】
【0495】
【0496】
【0497】
【0498】
【0499】
【0500】
【0501】
【0502】
【0503】
【0504】
【0505】
【0506】
【0507】
【0508】
【0509】
【0510】
【0511】
【0512】
【0513】
【0514】
【0515】
【0516】
【0517】
【0518】
【0519】
【0520】
【0521】
【0522】
【0523】
【0524】
【0525】
【0526】
【0527】
【0528】
【0529】
【0530】
【0531】
【0532】
【0533】
【0534】
【0535】
【0536】
【0537】
【0538】
【0539】
【0540】
【0541】
【0542】
【0543】
【0544】
【0545】
【0546】
【0547】
【0548】
【0549】
【0550】
【0551】
【0552】
【0553】
【0554】
【0555】
【0556】
【0557】
【0558】
【0559】
【0560】
【0561】
【0562】
【0563】
【0564】
【0565】
【0566】
【0567】
【0568】
【0569】
【0570】
【0571】
【0572】
【0573】
【0574】
【0575】
【0576】
【0577】
【0578】
【0579】
【0580】
【0581】
【0582】
【0583】
【0584】
【0585】
【0586】
【0587】
【0588】
【0589】
【0590】
【0591】
【0592】
【0593】
【0594】
【0595】
【0596】
【0597】
【0598】
【0599】
【0600】
【0601】
【0602】
【0603】
【0604】
【0605】
【0606】
【0607】
【0608】
【0609】
【0610】
【0611】
【0612】
【0613】
【0614】
【0615】
【0616】
【0617】
【0618】
【0619】
【0620】
【0621】
【0622】
【0623】
【0624】
【0625】
【0626】
【0627】
【0628】
【0629】
【0630】
【0631】
【0632】
【0633】
【0634】
【0635】
【0636】
【0637】
【0638】
【0639】
【0640】
【0641】
【0642】
【0643】
【0644】
【0645】
【0646】
【0647】
【0648】
【0649】
【0650】
【0651】
【0652】
【0653】
【0654】
【0655】
【0656】
【0657】
【0658】
【0659】
【0660】
【0661】
【0662】
【0663】
【0664】
【0665】
【0666】
【0667】
【0668】
【0669】
【0670】
【0671】
【0672】
【0673】
【0674】
【0675】
【0676】
【0677】
【0678】
【0679】
【0680】
【0681】
【0682】
【0683】
【0684】
【0685】
【0686】
【0687】
【0688】
【0689】
【0690】
【0691】
【0692】
【0693】
【0694】
【0695】
【0696】
【0697】
【0698】
【0699】
【0700】
【0701】
【0702】
【0703】
【0704】
【0705】
【0706】
【0707】
【0708】
【0709】
【0710】
【0711】
【0712】
【0713】
【0714】
【0715】
【0716】
【0717】
【0718】
【0719】
【0720】
【0721】
【0722】
【0723】
【0724】
【0725】
【0726】
【0727】
【0728】
【0729】
【0730】
【0731】
【0732】
【0733】
【0734】
【0735】
【0736】
【0737】
【0738】
【0739】
【0740】
【0741】
【0742】
【0743】
【0744】
【0745】
【0746】
【0747】
【0748】
【0749】
【0750】
【0751】
【0752】
【0753】
【0754】
【0755】
【0756】
【0757】
【0758】
【0759】
【0760】
【0761】
【0762】
【0763】
【0764】
【0765】
【0766】
【0767】
【0768】
【0769】
【0770】
【0771】
【0772】
【0773】
【0774】
【0775】
【0776】
【0777】
【0778】
【0779】
【0780】
【0781】
【0782】
【0783】
【0784】
【0785】
【0786】
【0787】
【0788】
【0789】
【0790】
【0791】
【0792】
【0793】
【0794】
【0795】
【0796】
【0797】
【0798】
【0799】
【0800】
【0801】
【0802】
【0803】
【0804】
【0805】
【0806】
【0807】
【0808】
【0809】
【0810】
【0811】
【0812】
【0813】
【0814】
【0815】
【0816】
【0817】
【0818】
【0819】
【0820】
【0821】
【0822】
【0823】
【0824】
【0825】
【0826】
【0827】
【0828】
【0829】
【0830】
【0831】
【0832】
【0833】
【0834】
【0835】
【0836】
【0837】
【0838】
【0839】
【0840】
【0841】
【0842】
【0843】
【0844】
【0845】
【0846】
【0847】
【0848】
【0849】
【0850】
【0851】
【0852】
【0853】
【0854】
【0855】
【0856】
【0857】
【0858】
【0859】
【0860】
【0861】
【0862】
【0863】
【0864】
【0865】
【0866】
【0867】
【0868】
【0869】
【0870】
【0871】
【0872】
【0873】
【0874】
【0875】
【0876】
【0877】
【0878】
【0879】
【0880】
【0881】
【0882】
【0883】
【0884】
【0885】
【0886】
【0887】
【0888】
【0889】
【0890】
【0891】
【0892】
【0893】
【0894】
【0895】
【0896】
【0897】
【0898】
【0899】
【0900】
【0901】
【0902】
【0903】
【0904】
【0905】
【0906】
【0907】
【0908】
【0909】
【0910】
【0911】
【0912】
【0913】
【0914】
【0915】
【0916】
【0917】
【0918】
【0919】
【0920】
【0921】
【0922】
【0923】
【0924】
【0925】
【0926】
【0927】
【0928】
【0929】
【0930】
【0931】
【0932】
【0933】
【0934】
【0935】
【0936】
【0937】
【0938】
【0939】
【0940】
【0941】
【0942】
【0943】
【0944】
【0945】
【0946】
【0947】
【0948】
【0949】
【0950】
【0951】
【0952】
【0953】
【0954】
【0955】
【0956】
【0957】
【0958】
【0959】
【0960】
【0961】
【0962】
【0963】
【0964】
【0965】
【0966】
【0967】
【0968】
【0969】
【0970】
【0971】
【0972】
【0973】
【0974】
【0975】
【0976】
【0977】
【0978】
【0979】
【0980】
【0981】
【0982】
【0983】
【0984】
【0985】
【0986】
【0987】
【0988】
【0989】
【0990】
【0991】
【0992】
【0993】
【0994】
【0995】
【0996】
【0997】
【0998】
【0999】
【1000】
【1001】
【1002】
【1003】
【1004】
【1005】
【1006】
【1007】
【1008】
【1009】
【1010】
【1011】
【1012】
【1013】
【1014】
【1015】
【1016】
【1017】
【1018】
【1019】
【1020】
【1021】
【1022】
【1023】
【1024】
【1025】
【1026】
【1027】
【1028】
【1029】
【1030】
【1031】
【1032】
【1033】
【1034】
【1035】
【1036】
【1037】
【1038】
【1039】
【1040】
【1041】
【1042】
【1043】
【1044】
【1045】
【1046】
【1047】
【1048】
【1049】
【1050】
【1051】
【1052】
【1053】
【1054】
【1055】
【1056】
【1057】
【1058】
【1059】
【1060】
【1061】
【1062】
【1063】
【1064】
【1065】
【1066】
【1067】
【1068】
【1069】
【1070】
【1071】
【1072】
【1073】
【1074】
【1075】
【1076】
【1077】
【1078】
【1079】
【1080】
【1081】
【1082】
【1083】
【1084】
【1085】
【1086】
【1087】
【1088】
【1089】
【1090】
【1091】
【1092】
【1093】
【1094】
【1095】
【1096】
【1097】
【1098】
【1099】
【1100】
【1101】
【1102】
【1103】
【1104】
【1105】
【1106】
【1107】
【1108】
【1109】
【1110】
【1111】
【1112】
【1113】
【1114】
【1115】
【1116】
【1117】
【1118】
【1119】
【1120】
【1121】
【1122】
【1123】
【1124】
【1125】
【1126】
【1127】
【1128】
【1129】
【1130】
【1131】
【1132】
【1133】
【1134】
【1135】
【1136】
【1137】
【1138】
【1139】
【1140】
【1141】
【1142】
【1143】
【1144】
【1145】
【1146】
【1147】
【1148】
【1149

角度 θ はスリット光Uの偏向角の角度によって一義的に決まる。受光角 θp は $\tan \theta p = b/y/p$ の関係から算出できる。つまり、撮像面S2上で位置 (x, p, y, p) を測定することにより、そのときの角度 θ が一意に点Pの3次元位置を求めることができる。

*
$$L = L1 + L2 = Z \tan \theta a + (Z - M) \tan \theta p$$

$\therefore Z = (L + M \tan \theta p) / (\tan \theta a + \tan \theta p) \dots (1B)$

以上の原理のスリット光投影法による計測においては、例えばCCDセンサのように撮像面S2が有限の面積からなる撮像手段を用いる場合には、計測の分解能が撮像手段の画素ピッチに依存する。ただし、撮像面S2上でスリット光UのY方向（走査方向）の幅が複数画素分となるようにスリット光Uを設定することにより、分解能を高めることができる。

【0012】図17は従来の計測方法の原理を説明するための図である。物体上の照射部分の反射率が均一であるものと仮定すると、受光強度はY方向に広がる正規分布となる。この正規分布の有効強度範囲が複数画素分であれば、各画素gの受光量に対する補間演算を行うことにより、最大強度位置（重心と呼ぶ）を画素ピッチ以下の単位で測定できることとなる。補間演算は、各画素の受光量に正規分布をフィットさせるものである。演算で求めた重心に基づいて距離Z、X、Yを求める。この手法によれば、実際の分解能は $1/8 \sim 1/10$ 画素程度になる。

【0013】撮像面S2上でスリット光Uの幅を複数画素分とするには、投光の段階でスリット光Uの幅（走査方向の長さ）を上げておけばよい。ただし、そうすると、物体Q上でもスリット光UのY方向の幅が広がるので、照射部分（点P）が例えば物体色の増大である場合には、受光強度の分布が正規分布でなくなり、測定精度が大きくなる。

【0014】従来では、物体Q上でのスリット幅ができただけ細くなるように投光条件を設定し、受光系においてフィルタなどによりスリット光Uの幅を上げて撮像面S2に入射させていた（特開平7-174536号）。

【0015】【発明が解決しようとする課題】しかし、スリット光Uの幅を細くするのは光学的に困難がある。投光の起点Aから遠いほど、物体Q上の照射範囲（スリット幅）が広がる。したがって、従来では、物体Qの反射率が分布に依らず、所定の精度の計測が可能となる計測距離（計測装置と物体Qとの距離）が短いという問題があった。

【0016】本発明は、物体の反射率が不均一である場合にも均一である場合と同様に高分解能で高精度の計測が可能であり、計測距離の測定自由度が大きい3次元計測装置を実現することを目的としている。

【0017】【課題を解決するための手段】請求項1の発明の方法

【0018】請求項2の発明は、投光の段階でスリット光Uの幅（走査方向の長さ）を上げておけばよい。ただし、そうすると、物体Q上でもスリット光UのY方向の幅が広がるので、照射部分（点P）が例えば物体色の増大である場合には、受光強度の分布が正規分布でなくなり、測定精度が大きくなる。

【0019】【発明の実施の形態】図1は本発明に係る計測システム1の構成図である。計測システム1は、スリット光投影法によって立体計測を行う3次元カメラ（レンジファインダ）2と、3次元カメラ2の出力データを処理するホスト3とから構成されている。

【0020】3次元カメラ2は、物体Q上の複数のサンプリング点の3次元位置を特定する計測データ（スリット画像データ）とともに、物体Qのカラー情報を示す2次元画像及びキャリブレーションに必要なデータ（出力する。三角測量法を用いてサンプリング点の座標を求める

【0021】ホスト3は、CPU3a、ディスプレイ3b、キーボード3c、及びマウス3dなどから構成されたコンピュータシステムである。CPU3aには計測データ処理のためのソフトウェアが組み込まれている。ホスト3と3次元カメラ2との間では、オンライン及び可搬型の配線メディア4によるオフラインの両方の形態のデータ授受が可能である。配線メディア4としては、光ファイバ（MO）、ミニディスク（MD）、メモリーカードなどがある。

【0022】図2は3次元カメラ2の外観を示す図である。ハウジング20の前面に投光窓20a及び受光窓20bが設けられている。投光窓20aは受光窓20bに対して上側に位置する。内部の光学ユニットOUが射出するスリット光（所定幅の帯状のレーザビーム）Uは、投光窓20aを通過して計測対象の物体（被写体）に向かう。スリット光Uの長さ方向M1の放射角度 θ は固定である。物体の表面で反射したスリット光Uの一部は、受光窓20bを通過して光学ユニットOUに入射する。なお、光学ユニットOUは、投光窓と受光窓との相対関係を適正化するための2軸調整機構を備えている。

【0023】ハウジング20の上面には、ズーミングボタン25a、25b、手動フォーカシングボタン26a、26b、及びシャッターボタン27が設けられている。図2（b）のように、ハウジング20の背面には、液晶ディスプレイ21、カーソルボタン22、セレクトボタン23、キャンセルボタン24、アナログ出力端子31、32、デジタル出力端子33、及び配線メディア4の接続口30aが設けられている。

【0024】液晶ディスプレイ21（LCD）は、操作画面の表示手段及び電子ファインダとして用いられる。撮影者は背面の各ボタン21～24によって撮影モードの設定を行うことができる。アナログ出力端子31からは計測データが出力され、アナログ形式で出力される。デジタル画像信号が例えばNTSC形式で出力される。デジタル出力端子33は例えばSCSI端子である。

【0025】図3は3次元カメラ2の機能構成を示すブロック図である。図中の破線矢印は電気信号の流れを示し、破線矢印は光の流れを示している。3次元カメラ2は、上述の光学ユニットOUを構成する投光側及び受光側の2つの光学系40、50を有している。光学系40において、半導体レーザ（LD）41が射出する波長670nmのレーザビームは、投光レンズ系42を通過することによってスリット光Uとなり、ガルバノミラー（走査手段）43によって偏向される。半導体レーザ41のドライバ44、投光レンズ系42の駆動系45、及びガルバノミラー43の駆動系46は、システムコントローラ61によって制御される。

【0026】光学系50において、ズームユニット51によって集光された光はビームスプリッタ52によって

分光される。半導体レーザ41の発振波長帯域の光は、計測用のセンサ53に入射する。可視帯域の光は、モニタ用のカラーセンサ54に入射する。センサ53及びカラーセンサ54は、どちらもCCDエリアセンサである。ズームユニット51は内蔵型であり、入射光の一部がオートフォーカシング（AF）に利用される。AF機能は、AFセンサ57とレンズコントロール58とでフォーカシング駆動系59によって実現される。ズーミング駆動系60は電動ズーミングのために設けられている。

【0027】センサ53によって得られる画像情報は、ドライバ54からのクロックに同期して出力処理回路62へ転送される。出力処理回路62によってセンサ53の各画素値に対応する計測データが生成され、メモリ63、64に格納される。その後、ホスト3がデータ出力を指示すると、計測データは、SCSIコントロール66又はNTSC変換回路65によって所定形式でオンライン出力され、又は配線メディア4に格納される。計測データはオンライン出力には、アナログ出力端子31又はデジタル出力端子33が用いられる。カラーセンサ54による画像情報は、ドライバ56からのクロックに同期して出力処理回路67へ転送される。カラー処理を受けた画像情報は、NTSC変換回路70及びアナログ出力端子32を経てオンライン出力され、又はデジタル画像生成部68で量子化されてカラー画像メモリ69に格納される。その後、カラー画像データがカラー画像メモリ69からSCSIコントロール66へ転送され、デジタル出力端子33からオンライン出力され、又は計測データと対応づけて配線メディア4に格納される。なお、カラー処理は、センサ53による距離画像と同一の画角の像であり、ホスト3側におけるアプリケーション処理に際して参考情報として利用される。カラー情報を利用する処理としては、例えばカメラ視点の異なる複数回の計測データを組み合わせて3次元形状モデルを生成し、3次元形状モデルの不要の頂点を削除して処理がある。システムコントロール61は、キャラクターデータ71に対して、LCD21の画面上に適切な文字や記号を表示するための指示を与える。

【0028】図4は投光レンズ系42の構成を示す模式図である。図4（a）は正面図であり、図4（b）は側面図である。投光レンズ系42は、コリメータレンズ21、パリエータレンズ422、及びエキスパンダレンズ423の3つのレンズから構成されている。半導体レーザ41が射出したレーザビームに対して、行の順序で適切なスリット光Uを得るための光学的処理が行われる。まず、コリメータレンズ421によってビームが平行化される。次にパリエータレンズ422によってレーザビームのビーム径が調整される。最後にエキスパンダレンズ423によってビームがスリット長さ方向M1に拡げられる。

【0029】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0030】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0031】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0032】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0033】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0034】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0035】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0036】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0037】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0038】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0039】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0040】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0041】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0042】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0043】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0044】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0045】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0046】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0047】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0048】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0049】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0050】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0051】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0052】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0053】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0054】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

【0055】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

7
撮影の面角に依らず、センサ523を通過して射出面523bからカラーセンサ54に向かって射出する。プリズム523は、射出面523aから射出した光C0の内、赤外線カットフィルタ526及びローパスフィルタ528を通過した光がカラーセンサ54によって受光される。

10
【0036】図7において、破線で示されるように色分解除521は、スリット光の波長(λ: 670nm)を含む比較的に広範囲の波長帯域の光を反射する。つまり、色分解除521の波長選択性は、スリット光のみを選択的にセンサ53に入射させる上で十分である。しかし、ピームスプリング524は、破線で示される特性の赤外線カットフィルタ524と、実線で示される特性の可視カットフィルタ525とが設けられているので、最終的にセンサ53に入射する光は、図7において斜線で示される狭い範囲の波長の光である。これにより、狭帯域の光が透過するのである。

20
【0037】一方、カラーセンサ54には、図8に実線で示される特性の赤外線カットフィルタ528によって透過される特性の赤外線カットフィルタ528によって透過した赤外帯域の光が透過するのである。これにより、狭帯域の光が透過するのである。

30
【0038】なお、赤外線カットフィルタ524及び可視カットフィルタ525の2個のフィルタを用いる代わりに、赤外線及び可視光を透過する特性をもつ1個のフィルタを用いてもよい。赤外線カットフィルタ524及び可視カットフィルタ525の両方をプリズム522の側に設けてもよい。図6の例とは逆に、可視カットフィルタ524をセンサ53の側に設けてもよい。

40
【0039】図9は、色分解除521における3次元位置の算出の原理図である。図9では、図8と同様に、図15及び図16と対応する要素には同一の符号を付してある。

50
【0040】センサ53の撮像面S2上で撮像面S2となる比較的に狭いスリット光Uを物体Qに照射する。具体的には、スリット光Uの幅を面S2とする。スリット光Uは、サンプリング周波数に相当する面S2上で1画面分だけ移動するように、図9の上から下に向かって傾向され、それによって物体Qが走査される。サンプリング周波数にセンサ53から1フレーム分の光の強度情報出力される。

【0041】撮像面S2の1つの画面を注目すると、走査面S2のサンプリングの5回のサンプリングにおいて有効な受光データが得られる。これら5回の受光データに対する補間演算によって注目画面gが得られる。注目画面gは、スリット光Uの光軸が通過するタイミング(時間重心Npeak: 注目画面gの受光量が最大となる時刻)を求める。図9(b)の例で

受光される。一方、色分解除521を透過した光C0

10
は、n回目とその1つ前の(n-1)回目の間のタイミングで受光量が最大である。求めたタイミングにおけるスリット光の照射方向と、注目画面に対するスリット光の入射方向との関係に基づいて、物体Qの位置(座標)を算出する。これにより、撮像面の面積ピッチpで規定される分解能より高い分解能の計測が可能となる。

20
【0042】注目画面gの受光量は物体Qの反射率に依存する。しかし、5回のサンプリングの各受光量の相対比は受光の絶対値に依存する一定である。つまり、物体Qの座標は計測精度に影響しない。

30
【0043】本実施形態の計測システム1では、3次元カメラ2がセンサ53の画面g毎に5回の受光データを用いて、5回のサンプリングの各受光量の相対比を算出する。センサ53の出力し、ホスト3が計測データに基づいて物体Qの座標を算出する。3次元カメラ2の出力処理回路62(図3参照)は、各画面gに対して計測データの生成を行う。

40
【0044】図10は出力処理回路62のブロック図、図11はセンサ53の計測結果を示す図である。出力処理回路62は、センサ53の出力する各画面gの光電変換信号を8ビットの受光データに変換するAD変換部620、直列接続された4つのフレームデイレイトメモリ621~624、有効な5回の受光データに対応するためのメモリバンク625A~E、受光データが最大となるフレーム番号(サンプリング番号)FNを記憶するためのメモリバンク625F、コンパレータ626、フレーム番号FNを保持するアドレスレジスタ627、及びメモリバンク625A~Fのアドレス指定などを行う図示しないメモリ制御手段から構成されている。各メモリバンク625A~Eは、計測のサンプリング点(つまり、センサ53の有効画面数)と同数の受光データを記憶可能な容量をもつ。

50
【0045】4つのフレームデイレイトメモリ621~624でデータ遅延を行うことにより、個々の画面gについて5フレーム分の受光データを同時にメモリバンク625A~Eに格納することが可能になっている。なお、センサ53における1フレームの抽出は、撮像面S2の全体ではなく、高速度を図るために図11のように撮像面S2の一部の有効光領域(帯状画像)A0のみを対象に行われる。有効光領域A0はスリット光Uの面に伴ってフレーム毎に1画面分だけシフトする。本実施形態では、有効光領域A0のシフト方向の撮像像の一部に固定されている。CDDエリアセンサの撮像像の一部を読み出す手法は、特開平7-174536号公報に開示されている。

【0046】AD変換部620は、1フレーム毎に32ライン分の受光データD20を画面gの配列順にシリアル出力する。各フレームデイレイトメモリ621~624は、31(=32-1)ライン分の容量をもつFIFOである。

【0047】AD変換部620から出力された注目画面

10
gの受光データD620は、2フレーム分だけ遅延され、コンパレータ626によって、メモリバンク625Cが記憶する注目画面gについての過去の受光データD620の最大値と比較される。遅延した受光データD620(フレームデイレイトメモリ622の出力)が過去の最大値より大きい場合には、その時点のAD変換部620の出力及びフレームデイレイトメモリ621~624の出力が、メモリバンク625A~Eにそれぞれ格納され、メモリバンク625A~Eの記憶内容が書き換えられる。これと同時にメモリバンク625Fには、メモリバンク625Cに格納する受光データD620に対応したフレーム番号FNが格納される。

20
【0048】すなわち、n番目(n<N)のフレームで注目画面gの受光量が最大になった場合には、メモリバンク625Aに(n+2)番目のフレームのデータが格納され、メモリバンク625Bに(n+1)番目のフレームのデータが格納され、メモリバンク625Cにn番目のフレームのデータが格納され、メモリバンク625Dに(n-1)番目のフレームのデータが格納され、メモリバンク625Eに(n-2)番目のフレームのデータが格納され、メモリバンク625Fにnが格納される。

30
【0049】次に、3次元カメラ2及びホスト3の動作を計測の手順と合わせて説明する。以下では、計測のサンプリング点を200×231とする。すなわち、撮像面S2におけるスリット光の長さ方向の画素数は231であり、実質的なフレーム数Nは200である。

40
【0050】ユーザー(撮影者)は、LCD21が表示するカラーモニタ像を見ながら、カメラ位置と向きとを決め、画面を設定する。その際、必要に応じてズームレバーを操作を行う。3次元カメラ2ではカラーセンサ54に対する絞り調整が行われず、電子シャッター機能により露出制御されたカラーモニタ像が表示される。これは、露出状態とすることによってセンサ53の入射光量をできるだけ多くするためである。

50
【0051】図12は3次元カメラ2におけるデータの流れを示す図、図13はホスト3におけるデータの流れを示す図、図14は光学的な各点と物体Qとの関係を示す図である。

60
【0052】ユーザーによる画面選択操作(ズームイン)に応じて、ズームユニット51のバリエータ514の移動が行われる。また、フォーカシング部512の移動による手動又は自動のフォーカシングが行われ、フォーカシングの通過でおよそその対物距離d0が調整される。

70
【0053】このように受光系のレンズ駆動を呼び出して、光軸のバリエータ512の移動量が図示しない演算回路によって算出され、算出結果に基づいてバリエータ512の移動制御が行われる。

80
【0054】システムコントローラ61は、レンズコン

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} \cos(\text{the3}) & -\sin(\text{the3}) & 0 \\ \sin(\text{the3}) & \cos(\text{the3}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\text{the2}) & 0 & \sin(\text{the2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\text{the2}) & 0 & \cos(\text{the2}) \end{bmatrix} \\
 & \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & -\sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \\ 0 & \sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \end{bmatrix} \\
 & \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X & Y-L & Z-s \end{bmatrix} \quad \dots (6)
 \end{aligned}$$

the1: X軸周りの回転角
the2: Y軸周りの傾き角
the3: Z軸周りの傾き角
the4: X軸周りの傾き角
nop: スリット通過時間=時間重心N peak
L: 距離
s: 起点Aのオフセット

[0065] 幾何収差は面角に依存する。至はほぼ中心面角を中心として対象に生じる。したがって、歪み量は中心面角からの距離の関数で表される。ここでは、距離の3次関数で近似する。2次の補正係数をd1、3次の補正係数をd2とする。補正後の面角位置u'、v'は(7)式及び(8)式で与えられる。

$$\begin{aligned}
 & u' = u + d1 \times t^2 \times (u-u0) / t2 \\
 & + d2 \times t^3 \times (u-u0) / t2 \quad \dots (7) \\
 & v' = v + d1 \times t^2 \times (v-v0) / t2 \\
 & + d2 \times t^3 \times (v-v0) / t2 \quad \dots (8) \\
 & t2 = (t1)^{-2} \\
 & t1 = (u-u0)^2 + (v-v0)^2
 \end{aligned}$$

上述の(4)式及び(5)式において、uに代えてu'を代入し、vに代えてv'を代入することにより、歪曲収差を考慮した3次元位置を求めることができる。なお、キャリブレーションについては、電子情報通信学会研究資料PRU91-113「カメラの位置決めのための画像の幾何学的補正」小野寺・金谷、電子情報通信学会論文誌D-II vol. J74-D-II No. 9 pp. 1227-1235, '91/9「光学系の3次元モデルに基づくレンジファインダの高精度キャリブレーション法」堀芝・吉見、大森、などに詳しい開示がある。

[0067] 上述の実施形態は、計測データD62に基いて3次元位置を算出する演算をホスト3が担うものであるが、3次元カメラ2に3次元位置を算出する演算機能を付けてもよい。3次元位置を算出する演算は、ル方式で算定することも可能である。受光面の光学系50において、ズームユニット51に代えて交換レンズにより、倍率倍率を変更してもよい。

[0068]

[発明の効果] 請求項1及び請求項2の発明によれば、物体の反材料が不均一である場合にも均一である場合と

同様に高分解能で高精度の計測が可能であり、計測距離の設定の自由度が大きい3次元計測装置を提供することができる。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明に係る計測システムの構成図である。
[図2] 3次元カメラの外部を示す図である。
[図3] 3次元カメラの機能構成を示すブロック図である。
[図4] 投光レンズ系の構成を示す模式図である。
[図5] 受光のためのズームユニットの模式図である。
[図6] ビームスプリッタの模式図である。
[図7] 計測用のセンサの受光波長を示すグラフである。
[図8] モニタ用のカラーセンサの受光波長を示すグラフである。

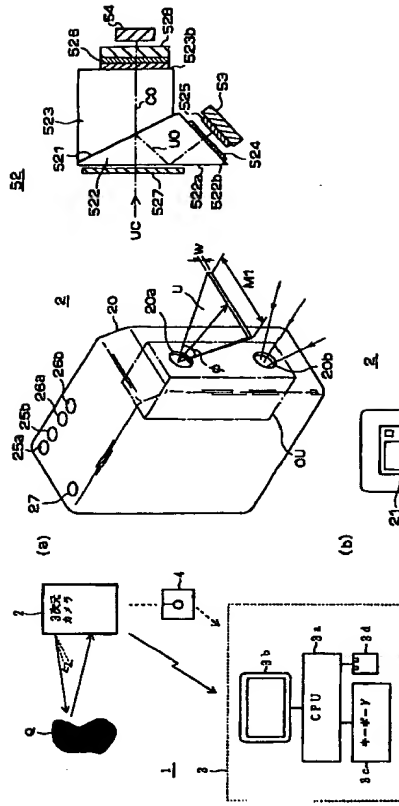
[図9] 計測システムにおける3次元位置の算出の原理図である。

[図10] 出力処理回路のブロック図である。
[図11] センサの取出し範囲を示す図である。
[図12] 3次元カメラにおけるデータの流れを示す図である。
[図13] ホストにおけるデータの流れを示す図である。
[図14] 光学系の各点と物体との関係を示す図である。
[図15] スリット光投影法の概略を示す図である。
[図16] スリット光投影法による計測の原理を説明するための図である。
[図17] 従来の計測方法の原理を説明するための図である。

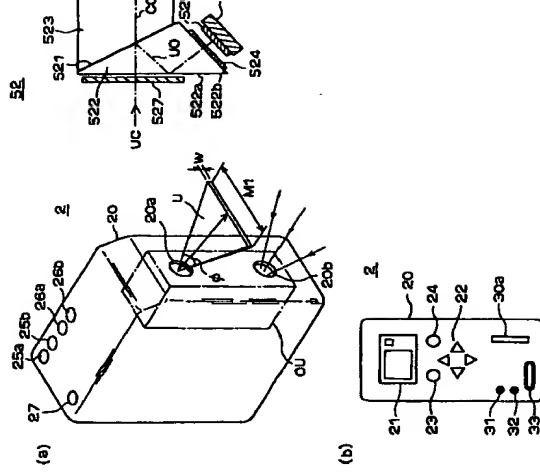
[符号の説明]
1 計測システム (3次元計測装置)
3 ホスト (演算手段)

40 光学系 (投光手段)
43 ガルバミラー (送光手段)
53 センサ (撮像手段)
61 システムコントローラ (撮像制御手段)
62 出力処理回路 (記憶手段)

[図1]

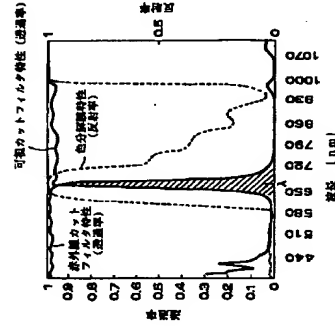


[図2]

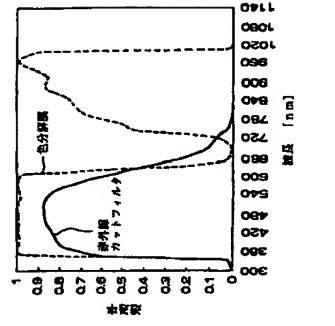


[図6]

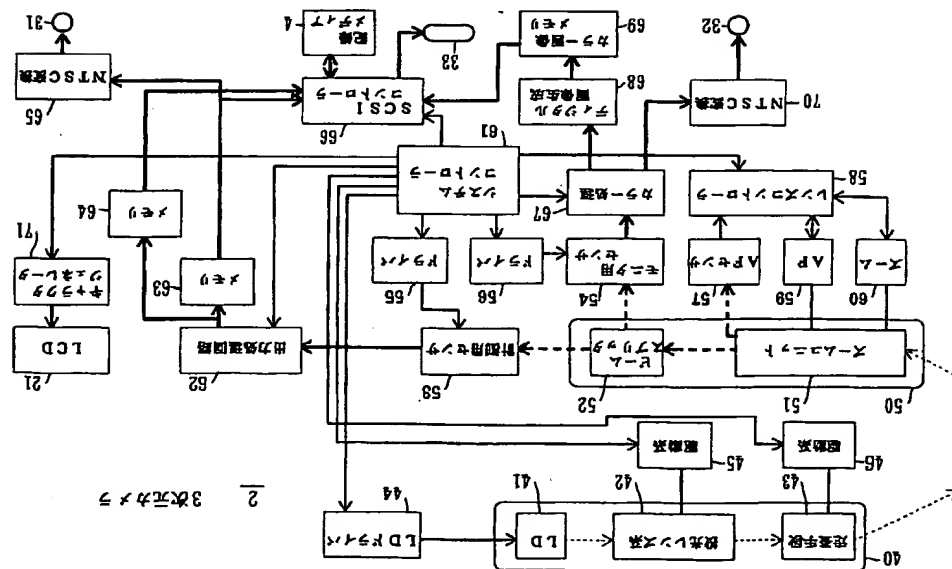
[図7]



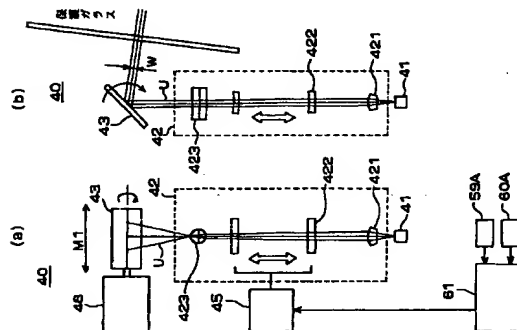
[図8]



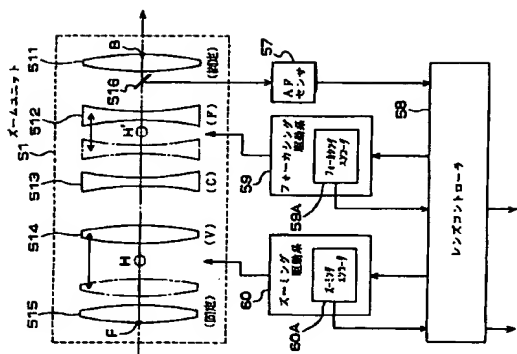
【53】



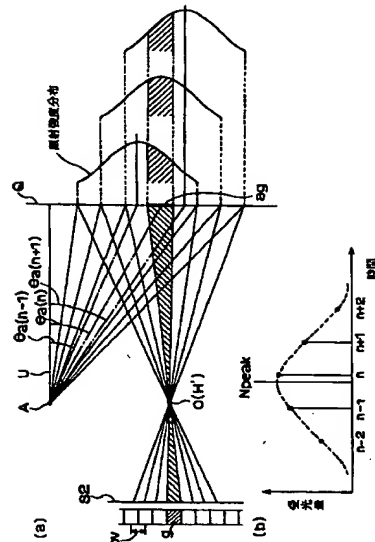
【図4】



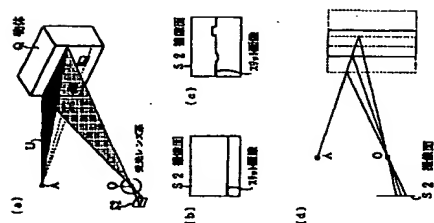
【5】



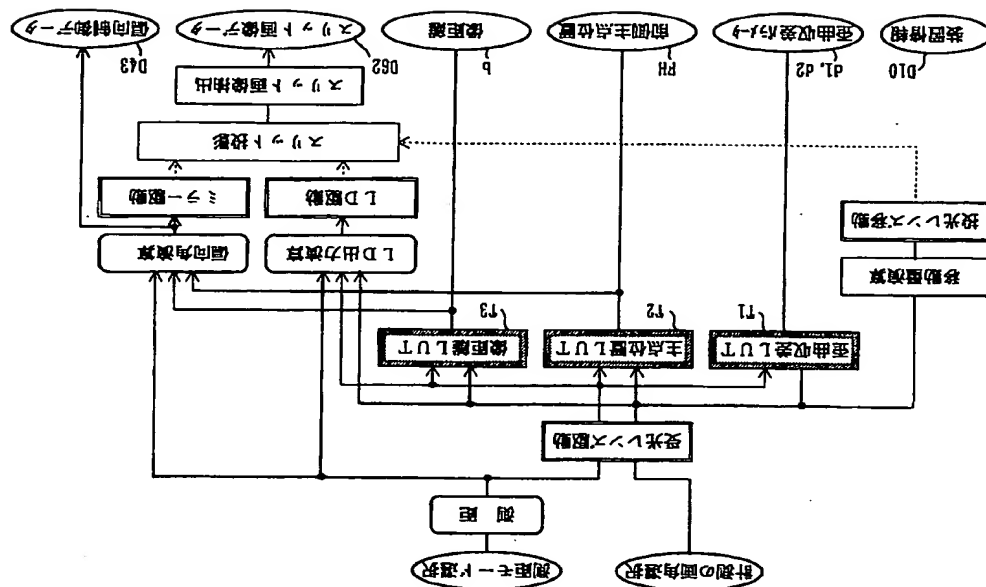
【6図】



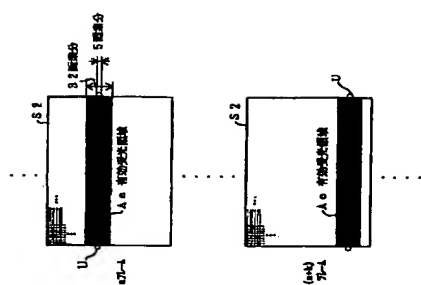
[15]



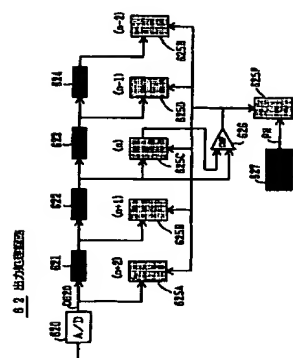
【图 12】



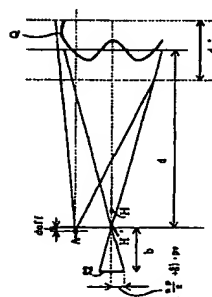
【图 11】



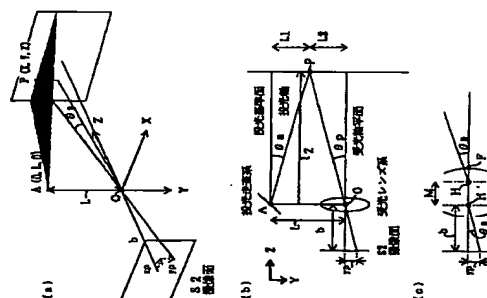
[010]



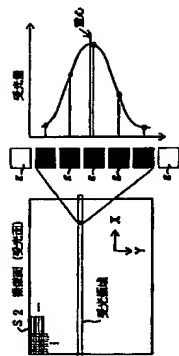
[圖 14]



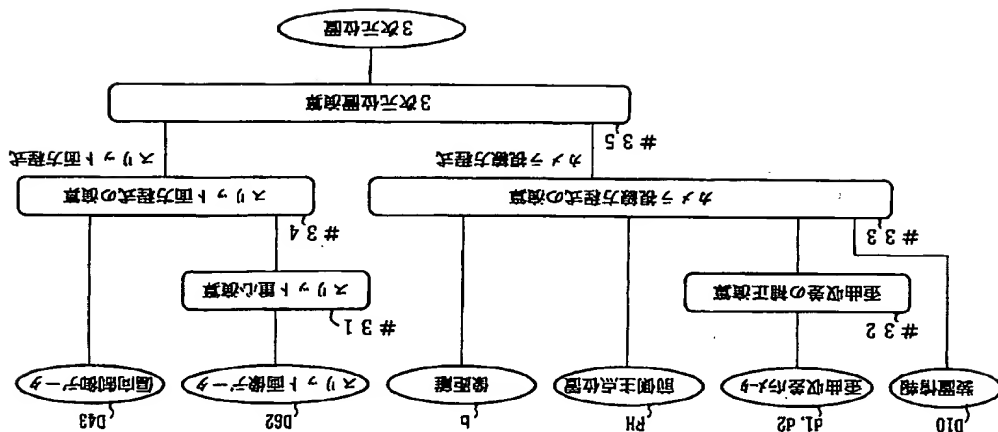
【图 16】



【図17】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.